

I - B 156

落橋防止装置のウェブ取付部の終局強度実験

首都高速道路公団 工務部 ○田嶋仁志、半野久光、東京第二保全部 久保田強
三菱重工業（株）横浜研究所 金井良助、関 昌芳

1. まえがき

兵庫県南部地震において、落橋防止構造としての桁と桁を連結板でつないだ桁連結装置も多数損傷した。損傷は ①連結板の破断、②ピンの破断、③桁の連結板取付部の破断 という形で起っている。桁の取付部は、本来連結板よりも強くあるべきであるが、実際には桁の腹板が破断して補強板ごとにもぎ取られる損傷が少なからず見受けられた。補強板周辺の腹板の強度については過去に研究例がなく、また強度上有利な補強板の形状及び補強法についての明確な規定もないのが実情である。そこで本研究では、同部分の最大強度の確認と有効な補強構造案を見出すことを目的として、実物大モデルによる静的破壊実験を行った。

2. 実験の概要

実験は図1の直立型実験装置の下部に、実験モデルの下端を多数のピンで固着し、上端の補強板部分を実橋と同じ条件で引張るという方法で行った。

実験モデルは、事前に FEM 解析を行い検討した結果、補強板の形状、板厚、補強方法、腹板の板厚等を変えた 4 体とし、実物大とした。モデルの構造と実験ケースを一覧にして表 1 に示す。

モデルAは典型的な実橋構造の一例として、アスペクト比（縦横比）が比較的大きい長方形型の補強板の例であり、モデルBは、モデルAにスティフナによる補強を行ったものである。なお、両者共、補強板の材質を桁の腹板と同じSS400にしている。モデルCは、桁の腹板に対して補強板が強固な場合を想定し、補強板の材質をSM490とし、板厚をあげ、且つ形状としてはアスペクト比を小さくしたものである。またモデルDは、モデルCに対する補強構造の案として補強板の形状をバチ形に近いものにし、それを支点上スティフナまで広げたものである。なお、モデルCとモデルDは腹板の板厚は8mmと薄くした。

なお、モデルAを設計した時の現行設計基準における設計荷重は82.9tonf（死荷重反力 $R_d=58.6\text{tonf}$ ）である。

計測は、荷重とピン変位及びモデル各部の変位とひずみに対して行った。

3. 実験結果

補強板取付部の腹板が破断したモデルAとモデルCの破壊状況の写真を、写真1、写真2に示す。また、ピン位置での各モデルの荷重-変位曲線を図2に示す。

モデル A は、最大荷重 278tonf の時、補強板の端部腹板の中央部か

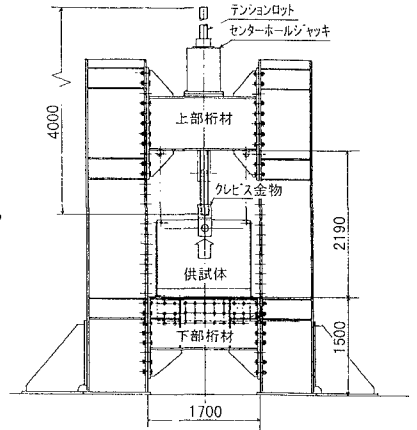


図1 実験装置

表1 モデルの種類と構造

[illegible]

キーワード：ウェブ取付部、落橋防止装置、終局強度実験、補強板

〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 TEL 03(3539)9464 FAX 03(3502)2411

ら亀裂が入り一瞬にして補強板の幅一杯に進展した。補強板は面内で大きく曲げ変形し、そのしわ寄せで側端部の腹板は大きく座屈変形を起こしていた。また、補強板自体のピン荷重作用部分も、すでに端面中央部に亀裂が発生し破断寸前であった。

モデルBは、モデルAの最大荷重の結果より、補強板のピン荷重せん断部を約 25%補強したが、最終的にはその部分で破断してしまった。しかし、腹板は補強スティフナの効果により健全であり、最大荷重が 395tonf であったことから、強度は少なくとも 40%は向上することが確かめられた。

モデルCは、補強板が破壊したり大きく変形したりすることはない、モデルAと同様の補強板端部の腹板が最大荷重は 274tonf で破断した。

モデルDは補強効果が十分あり、450tonf まで载荷したが破壊した箇所はなかった。このことから、このような補強法は腹板の強度を少なくとも 1.6 倍は向上させることが分かった。

4. 考察

モデルAとモデルCの実験結果から、一般的な矩形補強板の場合の腹板の最大強度 P_{WM} と材料の引張強さとの関係調べてみる。

$$P_{WM} = \alpha \ell_1 t_w \sigma_{BW} + 2\beta \ell_2 t_w \cdot \frac{\sigma_{BW}}{\sqrt{3}} \quad \text{----- (1)}$$

ここに、

σ_{BW} : 腹板の引張強さ(kgf/mm²)

ℓ_1, ℓ_2, ℓ'_2 : 図3に示す寸法で、溶接ビード
端まで含んだ長さ(mm)

t_w : 腹板の板厚(mm)

α, β : 補強板の縦横アスペクト比 ℓ_2 / ℓ_1 ,
板厚 t_R 等で決まる有効係数

いま、 σ_{BW} は材料試験の値、 t_w は実測値を用い、また α, β の値は共に 1.0 として(1)式の簡易計算式より求めた P_{WM} と実験における最大荷重 P_m とを比較すると表2のようになる。

表2より、計算値は実験値にほぼ近いことが確認された。但し、モデルAは実験値より大きく、モデルCは小さいという傾向がある。モデルAでは、補強板の曲げ変形が大きい、(1)式第2項のせん断抵抗部分が十分働かないためと考えられる。即ち、係数 β は、アスペクト比が大きいほど小さくなることが予想される。またモデルCは、 ℓ_1, ℓ'_2 のとり方等に検討の余地があると考えられる。

5. まとめ

本研究の成果を要約して以下に記す。

(1) 矩形補強板の場合の腹板の最大強度を実験的に確認し、そ

の簡易推定法の検討を行い、見通しを得た。この推定法については、今後も検討を進めていきたい。

(2) 既設の構造に対する有効な補強方法を見出すことができた。

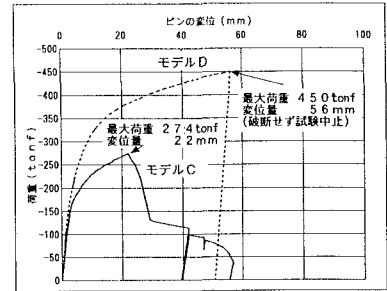
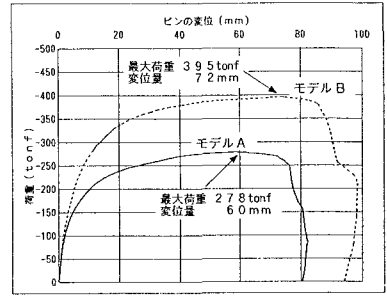


図2 荷重－変位曲線

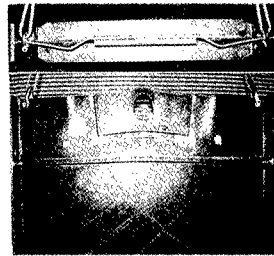


写真1 モデルA破壊状況

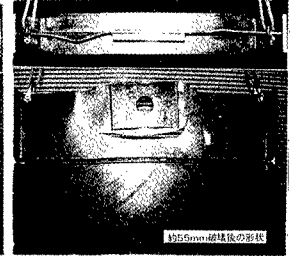


写真2 モデルC破壊状況

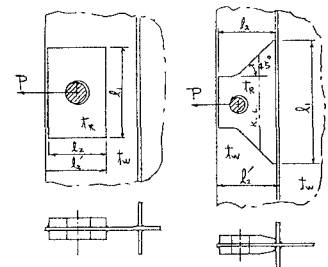


図3 補強板構造寸法記号

表2 腹板の最大強度の簡易計算値

モデル	簡易計算値 (tonf)	実験値 (tonf)	破壊状況
A	310	278	腹板破断
C	247	274	腹板破断
D	464	(450)	破断せず